

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

## Slotted nut type releasing device for a microsatellite, with full mechanical and pyrotechnical redundancy

Patent Number: ☐ US5671650  
Publication date: 1997-09-30  
Inventor(s): AUBRET JEAN-PIERRE (FR)  
Applicant(s): AEROSPATIALE (FR)  
Requested Patent: ☐ FR2736615  
Application Number: US19960677431 19960702  
Priority Number(s): FR19950008502 19950713  
IPC Classification: F42B15/36  
EC Classification: B64G1/64, F42B3/00D  
Equivalents:

### Abstract

An inner piston (10) is housed inside a petalled pin (9) and a releasing piston (13) in the form of a sleeve placed outside the said petalled pin form the sliding pieces that maintain the connection between a satellite base and a rocket platform, via a slotted nut (6) and connecting pieces (5). A pyrotechnical initiator (27) is provided in a shock absorber (25) at the base of the releasing device, and a detonating line (29) is placed above the base of the releasing piston.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①⑪ N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 736 615**

①⑫ N° d'enregistrement national : **95 08502**

①⑮ Int Cl<sup>8</sup> : B 64 G 1/64

①⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

**A1**

①⑫ Date de dépôt : 13.07.95.

①⑬ Priorité :

①⑭ Date de la mise à disposition du public de la demande : 17.01.97 Bulletin 97/03.

①⑮ Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

①⑯ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

①⑰ Demandeur(s) : AEROSPATIALE SOCIETE  
NATIONALE INDUSTRIELLE SOCIETE ANONYME —  
FR.

①⑱ Inventeur(s) : AUBRET JEAN PIERRE.

①⑲ Titulaire(s) :

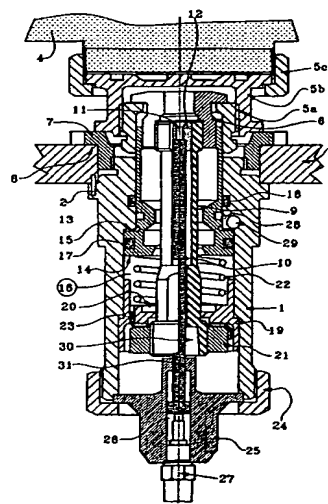
①⑳ Mandataire : CABINET LEPEUDRY.

①㉔ DEVERROUILLEUR A ECROU FENDU POUR MICROSATELLITE, A REDONDANCE MECANIQUE ET PYROTECHNIQUE COMPLETE.

①㉕ Un piston interne (10) logé à l'intérieur d'un axe pétalé (9) et un piston de déverrouillage (13) en forme de manchon placé à l'extérieur dudit axe pétalé constituent les pièces coulissantes qui maintiennent la liaison entre une embase de satellite et une plate-forme de fusée, par l'intermédiaire d'un écrou fendu (6) et de pièces de liaison (5).

Un initiateur pyrotechnique (27) est prévu dans un amortisseur (25) à la base du déverrouilleur et une ligne détonnante (29) est placée au-dessus de la base du piston de déverrouillage.

Application au verrouillage d'une embase de satellite.



FR 2 736 615 - A1



L'invention rentre dans le domaine technique des dispositifs de liaison et de séparation d'objets tels que des microsattelites, par rapport à une structure, utilisant une énergie de déverrouillage fluide à redondance  
5 complète autorisant deux modes de séparation mécanique indépendants.

Il existe de nombreux dispositifs de mise à poste de satellite à partir d'une fusée, qui ont pour objet de déverrouiller le satellite de son support et de l'en écarter  
10 rapidement par éjection.

Indépendamment des systèmes d'éjection connus, les dispositifs de séparation ponctuelle ne sont pas totalement fiables, soit parce qu'il subsiste des modes de défaillance communs au niveau de leur motorisation, c'est-à-dire les  
15 déverrouilleurs eux-mêmes, ou au niveau de leur initiation par exemple à l'aide de boulons explosifs, soit parce qu'ils sont incapables de fonctionner en fournissant le même interface de séparation en mode nominal et en mode secours ou encore en mode simultané.

Parmi les dispositifs de séparation connus on connaît notamment par les brevets US-A 3 120 149 et 3 176 573 les boulons explosifs fonctionnant sur le principe d'une rupture de pièce dans une zone fragile définie. Mais  
20 ces dispositifs de déverrouillage, du fait de la rupture d'un élément frangible, induisent un choc sur le satellite au moment de son éjection ce qui peut constituer un inconvénient pour le matériel embarqué.

D'un autre côté on connaît par exemple par le EP-A 0 363 242 au nom de la Demanderesse un dispositif dit à écrou fendu, assurant la solidarisation provisoire de deux  
30 éléments l'un à l'autre comportant un élément mâle lié à l'un des éléments et un élément femelle lié à l'autre, cet élément femelle comportant, dans un corps creux allongé selon un axe, un manchon de retenue adapté à se rétracter  
35 axialement sur l'élément mâle ou à se dilater, un piston coulissant axialement pour la manoeuvre en rétraction/dilatation de ce manchon de retenue, et dans le

piston, un doigt d'éjection qui lui est relié par un organe frangible.

On retrouve avec ce dispositif le même inconvénient que celui relatif aux systèmes à boulons explosifs, et en outre il ne présente pas une redondance complète au niveau de la motorisation et au niveau de la mécanique.

Cela a conduit la Demanderesse à mettre au point un système fonctionnant sur le principe de l'écrou fendu qui, en outre, fournit le même interface de séparation en mode nominal et en mode secours.

L'invention a donc pour objet un déverrouilleur à écrou fendu pour microsatellite, à redondance mécanique et pyrotechnique complète, dans lequel la tête d'un écrou fendu assure la liaison entre une embase de satellite et une plate-forme de fusée, cette liaison étant maintenue par des pièces coulissantes susceptibles d'être déplacées et de déverrouiller ainsi la liaison lors de la mise en oeuvre d'une énergie de déverrouillage du genre d'un initiateur pyrotechnique, déverrouilleur selon lequel les pièces coulissantes sont constituées d'un piston interne logé à l'intérieur d'un axe pétalé, et d'un piston de déverrouillage en forme de manchon, placé à l'extérieur dudit axe pétalé, et selon lequel le corps du déverrouilleur dispose de deux générateurs d'énergie de déverrouillage s'exerçant chacun sur l'une ou l'autre des pièces coulissantes, dans le sens de la désolidarisation de l'écrou fendu et de ses pièces de liaison à l'embase du satellite.

Selon une caractéristique particulière de l'invention, le piston de déverrouillage forme à son extrémité inférieure un rebord annulaire venant en appui contre un épaulement d'une chambre interne au corps du déverrouilleur.

Par ailleurs l'extrémité inférieure de l'axe pétalé traverse l'orifice central d'une entretoise susceptible de coulisser à l'intérieur du corps, un ressort étant comprimé entre la face inférieure du piston de

déverrouillage et la face supérieure de l'entretoise.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, l'axe pétalé est amorti en fin de course par un amortisseur maintenu à la base de la chambre interne au corps du déverrouilleur.

Avantageusement les générateurs d'énergie de déverrouillage sont constitués d'un initiateur pyrotechnique logé à la base d'un puits central prévu dans l'amortisseur et d'au moins une ligne détonante placée au-dessus de la base du piston de déverrouillage.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre de deux exemples de réalisation dans lesquels il est fait référence aux dessins annexés qui représentent.

Figure 1 : une vue en coupe verticale d'un déverrouilleur.  
Figure 2 : une variante vue en coupe du déverrouilleur selon la figure 1.

On voit à la figure 1, un corps 1 de déverrouilleur solidaire, grâce à la liaison 2, d'une structure 3 qui fait partie d'une plate-forme de fusée. Une embase 4 de satellite est raccordée par des pièces de liaison 5(a à c) filetées à un écrou fendu 6 dont la tête est en appui sur la pièce de liaison inférieure 5a.

La pièce de liaison intermédiaire 5b repose elle-même sur un écrou de liaison 7 dont un épaulement circulaire 8 est plaqué contre la structure 3. La base filetée intérieurement de l'écrou fendu en trois ou quatre parties est maintenue en prise sur l'extrémité d'un axe pétalé 9 qui enveloppe lui-même un piston interne 10 dont l'extrémité est vissée par une vis 11 à un embout 12 qui peut coulisser à l'intérieur de l'axe pétalé. L'axe pétalé est creusé à sa base d'une échancrure axiale 30 à pans inclinés orientés vers le haut.

Un piston de déverrouillage 13 se présentant comme un manchon, encercle par son extrémité supérieure, la partie de l'écrou fendu 6 qui est vissée sur l'axe pétalé 9. Le sommet du piston de déverrouillage est intercalé entre

l'écrou fendu et la pièce de liaison inférieure 5a. Le piston de déverrouillage 13 forme à son extrémité inférieure, un rebord annulaire 14 qui vient en appui contre un épaulement 15 prévu dans la chambre 16, interne au corps 1 du déverrouilleur. Le piston de déverrouillage ferme ainsi ladite chambre, l'étanchéité étant assurée par un joint 17 logé dans une gorge annulaire formée sur le bord périphérique extérieur du piston et par un joint 18 logé dans une gorge annulaire formée dans la partie interne du corps d'éjecteur 1.

Une entretoise 19 susceptible de coulisser à l'intérieur du corps 1 est percée d'un orifice central 20 traversé par l'extrémité inférieure de l'axe pétalé 9. Un écrou de mise en tension 21 vissé sur cette extrémité inférieure filetée de l'axe 9 prend appui sur la face inférieure de l'entretoise 19. Il est immobilisé en rotation par une patte de blocage 23. Un ressort 22 est comprimé entre la face inférieure du piston de déverrouillage 13 et la face supérieure de l'entretoise 19.

L'ouverture inférieure de la chambre 16 est obturée par un écrou de fermeture 24 à l'intérieur duquel est maintenu un amortisseur 25. La bordure périphérique dudit amortisseur est maintenue entre la base du corps d'éjecteur et l'écrou au moment du vissage de ce dernier. L'amortisseur est pourvu d'un plat central 31 s'élevant à l'intérieur de la chambre 16, dont les parois sont inclinées selon le profil de l'échancrure 30 de l'axe pétalé.

Le piston interne 10 se développe vers le bas à l'intérieur de l'axe pétalé et pénètre à l'intérieur d'un puits central 26 ménagé dans l'amortisseur. A la base du puits central est logé l'initiateur pyrotechnique 27 constitué d'un inflammateur ou détonateur.

Au-dessus de la base du piston de déverrouillage 13, est prévue, dans le corps d'éjecteur 1, une petite chambre 28 communiquant avec d'autres lignes détonantes 29.

La figure 1 montre le mécanisme avant le déclenchement du déverrouillage.

En fonctionnement normal, dès que l'ordre d'éjection du satellite est transmis, la mise à feu de la ligne détonante 29 est déclenchée. Les gaz produits s'établissent alors dans la petite chambre 28 et agissent sur le piston de déverrouillage 13 en le repoussant vers le bas. Ce mouvement libère l'écrou fendu 6 dont les parties filetées peuvent s'écarter et libérer l'axe pétalé 9. Au cours de son mouvement de descente, le piston de déverrouillage va venir en butée, en comprimant le ressort 22, sur le sommet de l'entretoise 19 qui, par l'intermédiaire de l'écrou 2, va entraîner vers le bas l'axe pétalé 9. En fin de course dudit axe, son échancrure 30 à pans inclinés s'engage sur le plot profilé 31 de l'amortisseur, et ainsi se trouve amorti l'axe 9 avant son coïncement et son immobilisation sur l'amortisseur. La relative flexibilité de celui-ci participe aussi à cette opération d'amortissement.

L'embase 4 n'étant plus maintenue à la structure 3 par le déverrouilleuse, c'est-à-dire par l'écrou fendu et ses pièces de liaison, le ressort 22 exerce une poussée sur l'embase libérée de ses pièces de liaison 5 et le satellite se sépare de la plate-forme avec la vitesse requise.

Ce déverrouillage nominal résulte du fonctionnement normal des lignes détonnantes 29.

Au cas où ces lignes détonnantes ne fonctionneraient pas, on passe automatiquement en mode secours. Dans ce cas intervient la mise à feu de l'initiateur pyrotechnique 27.

Les gaz produits ainsi dans la chambre 26 vont entraîner la brusque montée du piston interne 10 et par voie de conséquence de l'embout 12 qui va donc libérer les pétales de l'axe pétalé 9. De ce fait l'extrémité dudit axe n'est plus en prise avec le filetage de l'écrou fendu 6 et peut s'en libérer vers l'intérieur ; le ressort 22 exerçant sa pression sur l'entretoise 19 entraîne le déplacement de celle-ci vers le bas ainsi que celui de l'équipage mobile auquel elle est rattachée, à savoir l'écrou de mise en



tension 21 ainsi que l'axe pétalé 9 lui-même. L'amortissement de celui-ci sur l'amortisseur 25, s'effectue de la même manière que lors du fonctionnement normal. Suivant le même processus également, l'écrou fendu libère  
5 l'embase 4 du satellite.

Le dispositif peut fonctionner aussi à partir de la mise en oeuvre simultanée des deux motorisations pyrotechniques (27,29).

La figure 2 illustre une variante de réalisation  
10 dans laquelle les mêmes éléments portent les mêmes références numériques qu'à la figure 1. Les modifications par rapport à la variante précédente portent sur les points suivants :

L'axe pétalé 9 présente la forme d'une tulipe 32  
15 en partie haute, qui se termine par une couronne 33 filetée intérieurement, qui se trouve intercalée entre l'écrou fendu 6 et le piston de déverrouillage 13. La couronne est en contact glissant avec ledit piston, mais en prise avec la base filetée intérieurement de l'écrou fendu 6.

20 L'autre modification se situe au niveau de l'amortisseur 25. Cette fois l'initiateur pyrotechnique 27 est localisé sur le côté de l'amortisseur et communique par un circuit 34 avec le puits central 26.

Le fonctionnement en mode nominal, en mode secours  
25 ou en mode simultané est tout-à-fait identique dans ce cas, au cas précédent.

## REVENDECATIONS

1. Déverrouilleur à écrou fendu pour microsatellite, à redondance mécanique et pyrotechnique complète, dans lequel la tête d'un écrou fendu assure la liaison entre une embase de satellite et une plate-forme de fusée, cette liaison étant maintenue par des pièces coulissantes, susceptibles d'être déplacées et de déverrouiller ainsi la liaison lors de la mise en oeuvre d'une énergie de déverrouillage du genre d'un initiateur pyrotechnique, caractérisé en ce que les pièces coulissantes sont constituées d'un piston interne (10) logé à l'intérieur d'un axe pétalé (9), et d'un piston de déverrouillage (13) en forme de manchon placé à l'intérieur dudit axe pétalé, en ce que l'axe pétalé est lié par un filetage à l'écrou fendu (6), et en ce que le corps (1) du déverrouilleur dispose de deux générateurs (27,29) d'énergie de déverrouillage s'exerçant chacun sur l'une ou l'autre des pièces coulissantes, dans le sens de la désolidarisation de l'écrou fendu et de ses pièces de liaison (5) à l'embase du satellite.
2. Déverrouilleur selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'extrémité du piston interne (10) est vissée à un embout (12) coulissant à l'intérieur de l'axe pétalé (9).
3. Déverrouilleur selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'axe pétalé (9) est creusé à sa base d'une échancrure axiale (30) à pans inclinés orientés vers le haut.
4. Déverrouilleur selon la revendication 1 caractérisé en ce que le sommet du piston de déverrouillage (13) est intercalé entre l'écrou fendu (6) et une pièce de liaison inférieure (5a) à l'embase du satellite.
5. Déverrouilleur selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'axe pétalé (9) présente la forme d'une tulipe (32) se terminant par une couronne (33) filetée intérieurement, qui se trouve intercalée entre l'écrou fendu

(6) et le piston de déverrouillage.

6. Déverrouilleur selon la revendication 1 caractérisé en ce que le piston de déverrouillage (13) forme à son extrémité inférieure un rebord annulaire (14) venant en appui contre un épaulement (15) d'une chambre (16) interne au corps (1) du déverrouilleur.

7. Déverrouilleur selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'extrémité inférieure de l'axe pétalé (9) traverse l'orifice central (20) d'une entretoise (19) susceptible de coulisser à l'intérieur du corps (1) et en ce qu'un ressort (22) est comprimé entre la face inférieure du piston de déverrouillage (13) et la face supérieure de l'entretoise (19).

8. Déverrouilleur selon la revendication 7 caractérisé en ce qu'un écrou de mise en tension (21) vissé sur l'extrémité inférieure filetée de l'axe pétalé (9) prend appui sur la face inférieure de l'entretoise (19).

9. Déverrouilleur selon les revendications 1 et 6 caractérisé en ce que l'axe pétalé (9) est amorti en fin de course par un amortisseur (25) maintenu à la base de la chambre (16) interne au corps (1) du déverrouilleur.

10. Déverrouilleur selon les revendications 3 et 9 caractérisé en ce que l'amortisseur (25) est pourvu d'un plot central (31) s'élevant à l'intérieur de la chambre (16), dont les parois sont inclinées selon le profil de l'échancrure (30) de l'axe pétalé (9).

11. Déverrouilleur selon les revendications 1 et 9 caractérisé en ce que les générateurs d'énergie de déverrouillage sont constitués d'un initiateur pyrotechnique (27) logé à la base d'un puits central (26) prévu dans l'amortisseur (25), et d'au moins une ligne détonante (29) placée au-dessus de la base du piston de déverrouillage (13).

12. Déverrouilleur selon la revendication 11 caractérisé en ce que l'initiateur pyrotechnique (27) est localisé sur le côté de l'amortisseur (25) et communique avec le puits central (26).

1/2

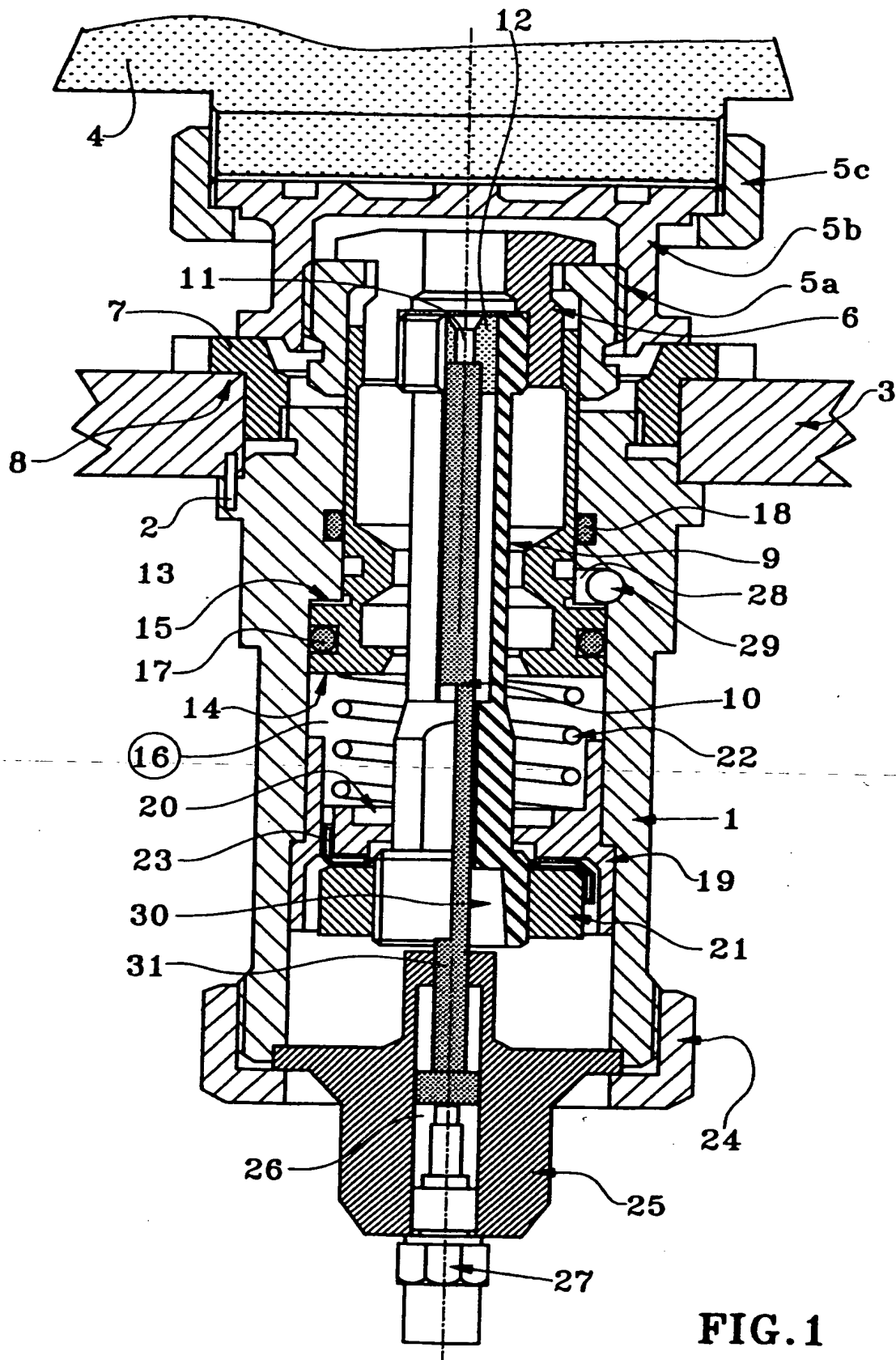


FIG. 1

2/2

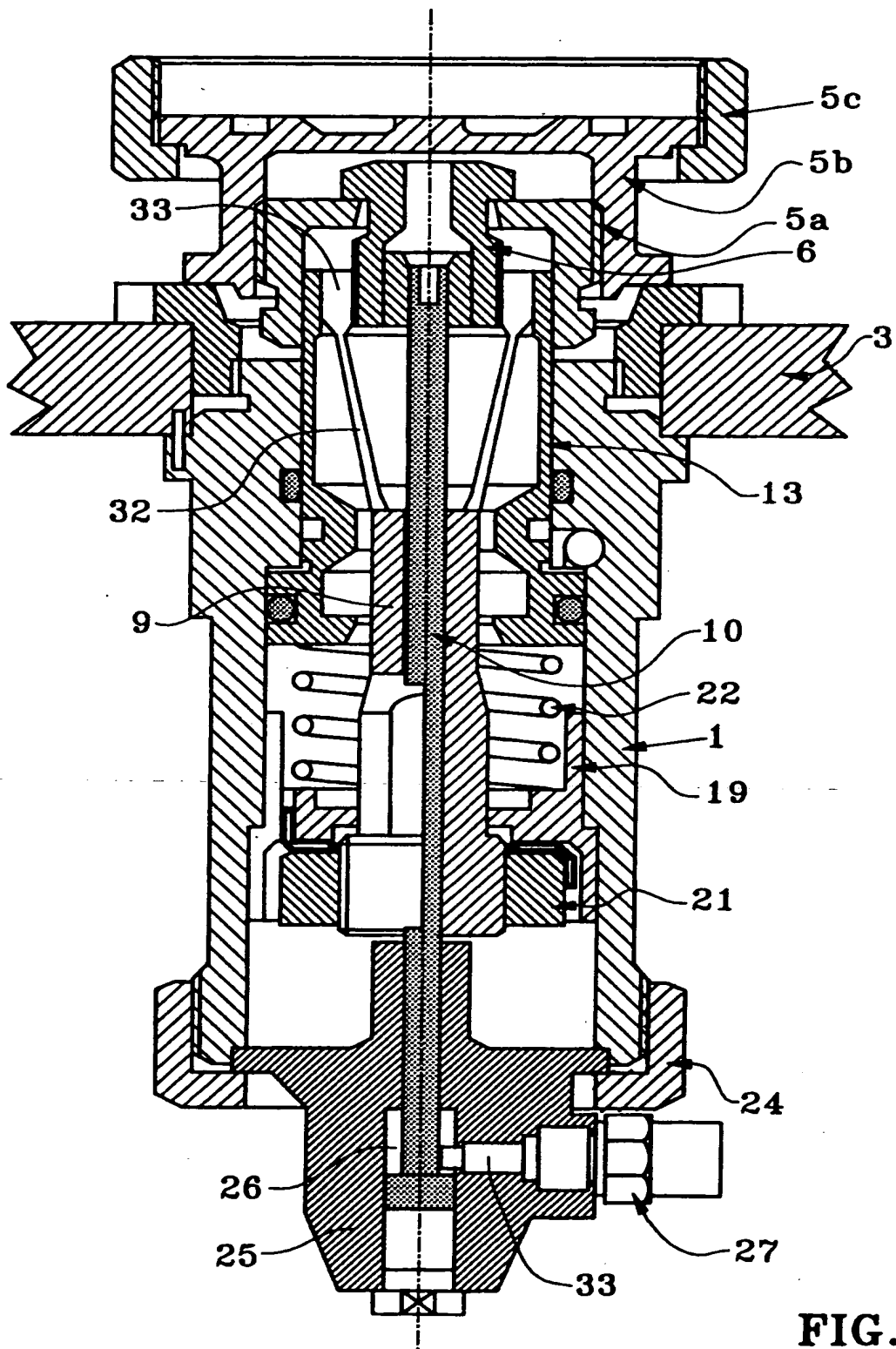


FIG.2

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

2736615

N° d'enregistrement  
nationalFA 518855  
FR 9508502

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	WO-A-82 02527 (ROCKWELL INTERNATIONAL CORPORATION) * page 7, ligne 3 - page 11, ligne 22; figures 2,3 *	1
A	--- US-A-3 196 745 (SUSTRICH) * colonne 2, ligne 20 - colonne 3, ligne 45; figure *	1
A	--- FR-A-2 707 750 (AEROSPATIALE SOCIETE NATIONALE INDUSTRIELLE) * page 8, ligne 9 - page 10, ligne 3 * * page 12, ligne 31 - page 16, ligne 19; figures 2,6,7 *	1
A,D	--- EP-A-0 363 242 (AEROSPATIALE SOCIETE NATIONALE INDUSTRIELLE) * colonne 3, ligne 43 - colonne 6, ligne 33; figures 1-3 *	1
A	--- US-A-3 431 854 (RABENHORST) * colonne 4, ligne 60 - colonne 5, ligne 56; figures 3,4 *	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		B64G B64D F42B F41F
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
12 Avril 1996		Rivero, C
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		